

PALÉOCLIMATOLOGIE. — *Paléoclimatologie des Canaries orientales (Fuerteventura)*. Note de Nicole Petit-Maire, Georgette Delibrias, Joaquin Meco, Simon Pomel et Jean-Claude Rosso, présentée par Théodore Monod.

Trois niveaux à nids d'*Anthophora* et à Mollusques (Subulinidae et Helicidae) dans les dunes de l'île de Fuerteventura sont datés par le radiocarbone à $23\,600 \pm 500$, $15\,000 \pm 200$ et $9\,800 \pm 140$ B.P. Bien qu'il s'agisse d'espèces xérophiles, leur présence implique cependant un arrêt des processus éoliens et la présence de végétation fixant les dunes.

Ces dates correspondent à la chronologie climatique connue au Sahara.

PALEOCLIMATOLOGY. — Palaeoclimatology of the eastern Canary Islands.

Three levels with nests of *Anthophora* and Molluscs shells (Subulinidae and Helicidae) in the dunes of Fuerteventura island are radiocarbon dated at $23,600 \pm 550$, $15,000 \pm 200$ and $9,800 \pm 140$ B.P. These species are xerophilous but their presence however implies a cessation of eolian processes and the existence of vegetation fixing the dunes. Those ages correspond to the climatic chronology known for the Sahara.

L'île de Fuerteventura, la plus occidentale de l'archipel canarien, est située par $28^{\circ}45' - 28^{\circ}02'N$ et $13^{\circ}49' - 14^{\circ}30'W$, à moins de 100 km de la côte marocaine. Elle couvre une surface de $1\,725 \text{ km}^2$ et se caractérise, par rapport aux autres îles, par son climat aride et par l'importance des formations sédimentaires quaternaires : dunes, encroûtements calcaires, cônes de déjection, paléosols. Elle se prête donc parfaitement à l'étude des variations climatiques récentes d'une région mixte : déjà atlantique mais encore saharienne.

Le climat de Fuerteventura est conditionné par le courant froid des Canaries qui réduit les précipitations et règle la température, situation comparable à celle du Sahara occidental, du Namib et de l'Atacama, induisant une aridité importante.

Les précipitations varient de 53,1 mm sur la côte est (Entallada) à 220,7 mm à l'intérieur (Betancuria), pour un nombre de jours de pluie, dont 60 % sont répartis en hiver, allant respectivement de 13,1 à 28,3 jours; la moyenne annuelle pour l'ensemble de l'île est de 105 mm. Les températures maximales et minimales absolues varient de 5,4 à $44^{\circ}C$; à Los Estancos, point situé à 230 m d'altitude, la moyenne annuelle est de $18,8^{\circ}C$. La radiation solaire est forte à cette latitude subtropicale, l'insolation moyenne étant de 7,9 h de soleil par jour à Los Estancos. Tout au long de l'année, mais surtout durant l'été et l'automne, des invasions d'air saharien touchent Fuerteventura; les températures y peuvent alors atteindre plus de $40^{\circ}C$; les masses d'air très sèches sont chargées de poussières en suspension, véritables « vents de sable » sahariens [1]. La flore est caractérisée par la présence de quelques espèces endémiques (*Argyranthemum winteri*, *Onomis christii*), associées à des espèces connues au Sahara, Chenopodiacées pour la plupart : *Suaeda sp.*, *Salsola sp.*, *Traganum moquini*, *Zygophyllum fontanesii*, *Euphorbia balsaminifera* [2]. Parmi les faunes actuelles, nous ne mentionnerons ici que la présence, dans les zones où la végétation est présente, d'un insecte Hyménoptère de grande taille, à rayures noires et jaunes : *Anthophora*, qui construit ses nids individuels, groupés en colonies, dans les sols les plus humides [3], et celle d'Helicidae assez abondants dans les endroits ombragés.

Ces conditions bioclimatiques sont proches de celles du Sud marocain : à Tiznit ($29^{\circ}42'N$), la température annuelle moyenne est de $19,3^{\circ}C$ et à Goulimine ($29^{\circ}59'N$), les précipitations atteignent 119,5 mm [4].

Depuis longtemps, on a reconnu la signification paléoclimatique des dépôts récents de Fuerteventura : sables éoliens (jables) compactés par un ciment calcaire, vastes cônes

alluviaux et dépôts de fonds de vallées, « caliches » épaisses atteignant plusieurs mètres d'épaisseur au centre de l'île [5] mais aussi grandes extensions de paléosols ([6], [7], [8]). Des essais de corrélation avec les niveaux marins du Pléistocène supérieur et de l'Holocène ont également été proposés [9]. Cependant, les niveaux à Mollusques terrestres et à nids d'*Anthophora* observés dans les jables [5] n'avaient, à ce jour, pas été étudiés, ni datés, ni considérés en relation avec la chronologie climatique saharienne. A cet effet, une courte mission de terrain a été financée par le Gouvernement des Iles Canaries (projet n° 33/3.9.84) et quatre coupes ont été observées et échantillonnées dans les formations quaternaires de Fuerteventura, deux d'entre elles dans des formations dunaires, deux autres dans des entailles d'oueds (fig. 1) :

1. « Jables » de l'isthme de Jandia (fig. 2 a) à équidistance des côtes W et E.
2. Dunes de Corralejo (fig. 2 b), à environ 2 km de la côte.
3. Oued de El Quemado (fig. 2 c), à environ 4 km du volcan Bayuyo.
4. Oued de Pozo Negro (fig. 2 d), à environ 500 m de la côte.

Toutes ces coupes révèlent l'existence de plusieurs niveaux alternés de type « aride » (dépôts éoliens de forte puissance : 0,50 à > 3 m) et de type « humide » (sols argileux, graviers, coquilles de Mollusques, colonies de nids d'Hyménoptères), l'importance des couches variant selon la position géographique et topographique des sites.

La malacofaune est représentée par de nombreux Pulmonés stylommatophores appartenant à la famille des Subulinidae (=Stenogyridae, subfam. Rumininae) et à celle des Helicidae (subfam. Helicellinae et Helicinae). *Rumina decollata* (Linné) est une espèce circum-méditerranéenne largement répandue en Europe méridionale et au Maghreb; cette forme xérophile peut coloniser les milieux subdésertiques; une « variété » de petite taille, cylindroïde, est connue dans le Sud algérien et dans le Sahara (f. *saharica* Debeaux) à l'état subfossile ([10], [11], [12]); elle a été récoltée vivante, dans l'Atakor, jusqu'à 2 000 m d'altitude [12]. Chevallier [13] signale sa présence en Algérie; elle a été maintes fois signalée aux Canaries. Parmi les Helicidae, *Hemicycla glasiana* (Shuttleworth) est une espèce peu exigeante, fortement affectée par le polymorphisme, récoltée à Gran Canaria à 300 m d'altitude [14]. Plusieurs espèces référables au genre *Helicella* Férussac 1821 sont présentes dans nos coupes : l'une d'elle évoque *H. lineata* (Olivier) (= *H. maritima* Draparnaud) qui colonise d'ordinaire les herbes rases fixant les dunes. Ainsi, il s'agit dans l'ensemble d'une faune homogène, xérophile, abondante; elle est correctement développée avec des individus nombreux et de taille normale. En stratigraphie, une disposition est constante : chaque niveau à Mollusques est toujours précédé par un niveau à nids d'*Anthophora* (on ne peut malheureusement pas identifier ces abeilles avec plus de précision). La signification climatique de cette séquence paraît nette : bien qu'il s'agisse d'espèces xérophiles, leur présence implique cependant un arrêt durable des processus éoliens, l'humidification des dunes vives et leur colonisation par une végétation du type de celle observée actuellement dans les parties les plus humides de l'île, encore fréquentées par ces espèces.

Le niveau à Mollusques le plus superficiel est daté de $9\,800 \pm 140$ B.P. à Jandia (Gif 7033); il correspond en stratigraphie au niveau à Mollusques supérieur de la coupe de Corralejo et au sol brun argileux de El Quemado; celui-ci est fossilisé par les scories du volcan Bayuyo dont l'activité est peu antérieure aux plages de Corralejo datées sur coquilles marines de $3\,640 \pm 100$ B.P. (Gif 5346; [8]).

Le niveau à Mollusques séparé du précédent, à Corralejo, par le dépôt de 1,30 m de sable éolien, est daté de $15\,000 \pm 200$ B.P. (Gif 7032). Il correspond peut-être aux niveaux

de ruissellement à graviers de l'oued de Pozo Negro, situés sous une coulée de vallée dont un âge préliminaire par thermoluminescence se situe vers $-10\,000$ à $-15\,000$ ans ([7], [8]).

Les niveaux à Mollusques les plus inférieurs des coupes de El Quemado et Pozo Negro sont datés respectivement de $23\,600 \pm 550$ B.P. (Gif 7034) et $\geq 30\,000$ B.P. (Gif 7031). A Pozo Negro, les couches à Mollusques et à nids correspondent parfois à un niveau de sol brun rouge calcifère; ils surmontent tous la dune rouge. A El Quemado, les couches fossilifères surmontent aussi cette même dune et/ou une coulée du volcan de Montana Arena donné par thermoluminescence comme postérieur à $-51\,000$ ans [7], une plage sous-coulée du même appareil étant donnée sur coquilles, par ^{14}C , comme à $\geq 35\,000$ B.P. (Gif 5347). Ces niveaux à Mollusques peuvent être contemporains des encroûtements calcaires, datés (Lab. Inst. Royal Patr. art. Bruxelles) de $25\,847 \pm 560$ B.P. et $19\,406 \pm 540$ B.P. [8], qui affectent cette même coulée.

Ces âges des niveaux « humides » de Fuerteventura sont parfaitement cohérents avec les données actuellement admises sur l'évolution climatique du Sahara et de ses marges, qui peut se résumer ainsi, d'après les travaux les plus récents :

35 000 (?) - 29 000 B.P. : période aride, dunes rouges ([15], [21]). Les dunes rouges de Fuerteventura sont probablement corrélables à ces dépôts.

29 000 - 20 000 B.P. : période humide avec maximum entre 24 000 et 22 000 B.P. ([15], [16], [21]).

20 000 - 17 000 à 9 500 B.P. (selon la situation géographique : latitude, altitude, proximité océanique) : période aride ([15] à [18]).

17 000/9 500 B.P. - 4 500/3 000 B.P. (selon la situation géographique, les massifs montagneux et les bordures océaniques ou sahéliennes réagissant à la première phase courte de déglaciation, les bassins seulement à la seconde ([19], [20]) : période humide avec maximum entre 9 000 et 7 000 B.P. ([16], [21], [22], [23]).

Il est tout à fait logique que Fuerteventura, aux marges occidentales du Sahara, ait connu des régimes climatiques alignés sur les durées maximales des humides sahariens. Il serait fort intéressant de déterminer maintenant l'influence croissante du régime atlantique et l'influence décroissante des conditions et des masses d'air sahariennes, en observant les éventuels dépôts du Quaternaire récent dans les Iles Canaries plus occidentales.

Reçue le 4 septembre 1986.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] M. V. MARZOL, *Geografía de Canarias*, 1, 1984, p. 158-202.
- [2] A. SANTOS, *Geografía de Canarias*, 1, 1984, p. 258-293.
- [3] J. J. BACALLADO ARANEGA et coll., *Geografía de Canarias*, 1, 1984, p. 343-347.
- [4] J. DUBIEF, *Le climat du Sahara*, Alger, Inst. Rech. Sahar., 1959-1963, 2 tomes, Mém. h.s.
- [5] J. M. FUSTER et coll., *Fuerteventura*, Madrid, Instituto Lucas Mallada, 1968, 239 p.
- [6] R. S. POMEL et coll., *Les îles Canaries : Fuerteventura, Lanzarote et Tenerife*, Excursion Comité natn. Géogr., mars-3 avril 1983, Livret guide, Clermont-Ferrand, Univ./C.N.R.S.-E.R.A. 054, 1983, 358 p.
- [7] R. S. POMEL et coll., *Méditerranée*, 4, 1985, p. 59-68.
- [8] R. S. POMEL, Morphologie volcanique et paléoclimatologie des îles Canaries : comparaison avec d'autres milieux volcaniques insulaires (îles de la Mer Tyrrhénienne et de la Mer Egée, île de la Réunion), *Thèse Doct. Ét.*, 3 t., 1 083 p., Publ. Inst. géogr., Univ. Aix-Marseille, 1986.
- [9] J. MECO et R. POMEL, *Estudios geológicos*, Madrid, 41, 1985, p. 223-227.
- [10] P. PALLARY, *Mémoire sur les Mollusques fossiles terrestres, fluviatiles et saumâtres de l'Algérie*, Paris, Soc. géol. Fr., 1901, Mém., sér. Paléont., 22.
- [11] P. PALLARY, *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. N.*, 15, 1924, p. 111-113.

- [12] P. PALLARY, *Mém. Soc. Hist. nat. Afr. N.*, 4, 1934, p. 58-72.
- [13] H. CHEVALLIER, *Bull. Mus. natn. Hist. nat. Paris*, 41, 1969, p. 266-294.
- [14] Ph. DAUTZENBERG, *Mém. Soc. géol. Fr.*, 3, 1890, p. 147-168.
- [15] A. DURAND et coll., *Rev. Géol. dynam. Géogr. phys.*, 1983, p. 47-59.
- [16] N. PETIT-MAIRE, *Episodes*, 9/1, 1986, p. 7-16.
- [17] P. ROGNON, in M. A. J. WILLIAMS et H. FAURE éd., *The Sahara and the Nile*, Rotterdam, Balkema, 1980, p. 118-132.
- [18] M. R. TALBOT, in J. A. COETZEE et E. M. VAN ZINDEREN BAKKER éd., *Palaeoecology of Africa and the surrounding islands*, Rotterdam, Balkema, 1984, p. 203-214.
- [19] J. C. DUPLESSY, *La Recherche*, 156, 1984, p. 806-818.
- [20] W. H. BERGER, J. S. KILLINGLEY, C. V. METZLER et E. VINCENT, *Quaternary Research*, 23, 1985, p. 258-271.
- [21] A. DURAND et coll., *Bull. Soc. géol. Fr.*, (8), 2/2, 1986, p. 267-278.
- [22] J. C. FONTES et coll., *Nature*, 317, 1985, p. 608.
- [23] N. PETIT-MAIRE et J. RISER éd., *Sahara ou Sahel? Quaternaire récent du bassin de Taoudenni (Mali)*, Marseille, Imprimerie Lamy, 1983, 473 p.
- [24] H. KLUG, *Morphologische studien auf den Kanarischen Inseln*, Kizl Schmidt und Klaunig, 184 p.

Laboratoire de Géologie du Quaternaire, C.N.R.S., Case n° 907, 13288 Marseille Cedex 9;

Centre des Faibles Radioactivités, C.N.R.S. et C.E.A., 91190 Gif-sur-Yvette;

Universidad de la Laguna, Las Palmas, 34004 Espagne.

ILE DE FUERTEVENTURA

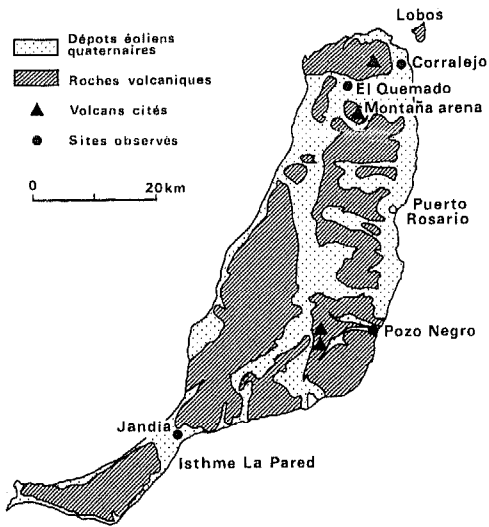


Fig. 1

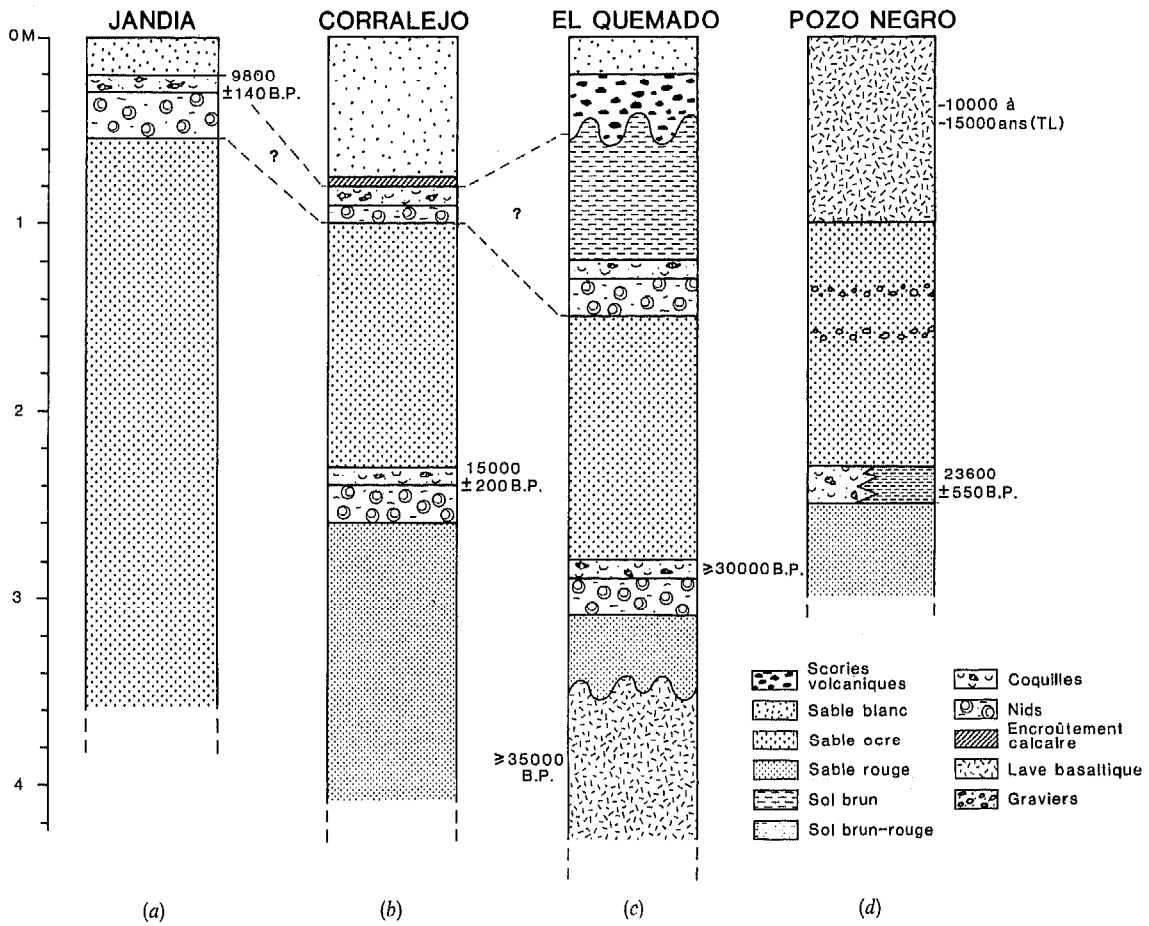


Fig. 2